

ESTIMASI PRODUKSI PADI BERBASIS PEMROSESAN CITRA LANDSAT 8 OLI DI KABUPATEN PONOROGO

M. Randy Aswin
mrandyaswin@gmail.com

Sigit Heru Murti B. S.
sigit@geo.ugm.ac.id

Abstract—*This study aims to: 1) Determine the ability of Landsat 8 to identify and calculate the area of rice crops in Ponorogo; 2) Determine the ability of Landsat 8 to identify the pattern of rice planting in Ponorogo; 3) Estimating rice production using Landsat 8 based on the approach of vegetation index in Ponorogo; and 4) Knowing spatial distribution of rice production in Ponorogo. Model productivity obtained from regression multiplied by the total area planted and cropping patterns based on pattern of vegetation index in one year to determine the estimated rice production Ponorogo.*

Landsat 8 OLI can be used to identify the use of wetland with an accuracy of 85.8%. Ponorogo rice production is obtained from rice productivity and the rice harvested area of rice production amounted to 312673.42 tons/year. Production of rice most of which are in sub-districts and the lowest Babadan is located in the district Ngebel.

Keyword— *Vegetation index, cropping pattern, Productivity paddy, rice production.*

Intisari—Penelitian ini bertujuan untuk : 1)Mengetahui kemampuan citra Landsat 8 untuk mengidentifikasi dan menghitung luas tanaman padi di Kabupaten Ponorogo; 2) Mengetahui kemampuan citra Landsat 8 untuk mengidentifikasi pola tanam padi di Kabupaten Ponorogo; 3) Mengestimasi produksi padi menggunakan citra Landsat 8 berdasarkan pendekatan indeks vegetasi di Kabupaten Ponorogo; dan 4) Mengetahui sebaran spasial produksi padi yang ada di Kabupaten Ponorogo. Model produktivitas yang diperoleh dari regresi dikalikan luas area tanam dan pola tanam yang berdasarkan pola indeks vegetasi dari data penginderaan jauh dalam satu tahun untuk mengetahui estimasi produksi padi Kabupaten Ponorogo. Citra Landsat 8 OLI mampu digunakan untuk mengidentifikasi penggunaan lahan sawah dengan akurasi sebesar 85,8%. Produksi padi Kabupaten Ponorogo diperoleh dari produktivitas padi dan luas panen padi dengan hasil produksi padi satu tahun sebesar 312673.42 ton. Produksi padi yang paling besar berada di kecamatan Babadan dan yang paling rendah berada di kecamatan Ngebel.

Kata kunci— Indeks vegetasi, Pola tanam, Produktivitas padi, Produksi padi.

I. LATAR BELAKANG

PADI merupakan tanaman yang sangat penting bagi masyarakat Indonesia karena sebagai makanan pokok. Tanaman padi sebagai komoditas pertanian yang paling dominan di Indonesia. Sektor pertanian di Kabupaten Ponorogo merupakan sektor yang paling banyak kontribusinya terhadap PDRB Kabupaten Ponorogo, di mana pada tahun 2013 sektor pertanian berkontribusi sebesar 32% (Badan Pusat Statistik, 2014).

Kabupaten Ponorogo memiliki luas lahan pertanian kurang lebih sebesar 34.638 ha yang terdiri dari sawah irigasi dan sawah tadah hujan. Menurut Dinas Pertanian Kabupaten Ponorogo produksi hasil pertanian yang ada di Kabupaten Ponorogo meliputi padi, jagung, kacang tanah, kacang hijau, dan kedelai dengan hasil produksi keseluruhan tahun 2013 sebesar 12.402.937 kuintal. Tanaman perkebunan rakyat meliputi tanaman tebu, tembakau, kopi, kelapa, cengkeh, dan kapuk randu dengan produksi sebesar 5670, 02 ton. Komoditas pertanian padi di Kabupaten Ponorogo merupakan komoditas pertanian yang paling dominan dengan tingkat produksi yang paling besar dibandingkan dengan produksi komoditas pertanian lainnya yang ada di Kabupaten Ponorogo yaitu sebesar 4.419.584 kuintal (Badan Pusat Statistik, 2015).

Kemajuan sektor pertanian dapat ditunjang dengan adanya informasi tentang jumlah panen yang akurat. Departemen pertanian memerlukan informasi tentang jumlah panen sebagai dasar dalam menentukan harga pasar dari komoditas pertanian dan aturan dalam ekspor impor komoditas pertanian. Dinas-dinas terutama yang berkaitan dengan perdagangan hasil pertanian sangat memerlukan data panen sebagai dasar penentuan jumlah persediaan ataupun cadangan. Informasi jumlah panen dapat diketahui dengan melakukan estimasi produksi komoditas pertanian. Estimasi produksi pertanian biasa dilakukan dengan cara konvensional yaitu dengan pengumpulan data jumlah produksi dari para petani oleh para penyuluh pertanian. Pengumpulan data yang dilakukan oleh BPS dan Dinas Pertanian ini akan membutuhkan waktu cukup lama dan membutuhkan tenaga yang lebih banyak. Informasi yang diperoleh dengan cara

konvensional tersebut juga hanya berupa informasi yang diambil secara acak sehingga tidak semua informasi jumlah panen dijadikan data produksi. Penggunaan teknologi penginderaan jauh untuk mengkaji estimasi produksi komoditas pertanian akan diperoleh informasi produksi komoditas pertanian yang lebih cepat dan hanya membutuhkan tenaga yang sedikit. Informasi tersebut berupa informasi spasial yang menggambarkan produksi setiap wilayahnya.

Informasi-informasi tentang produksi padi di Kabupaten Ponorogo saat ini masih banyak disajikan dalam bentuk data tabular. Sehingga perlu adanya informasi dalam bentuk spasial karena data dalam bentuk tabular akan menyulitkan pengguna dalam memperoleh informasi secara cepat dan akurat. Dalam memperoleh data secara spasial tersebut dibutuhkan sarana yang tepat sebagai alat bantu pengumpulan data. Sarana yang digunakan tersebut dapat berupa data penginderaan jauh. Dengan menggunakan data penginderaan jauh yang sudah dalam bentuk spasial maka data yang diperoleh juga dapat berupa data spasial.

Penelitian ini menggunakan citra untuk mengekstraksi datanya yaitu Citra Landsat 8 OLI resolusi spasial 30 meter untuk multispektral. Citra Landsat 8 OLI digunakan untuk mengekstraksi kerapatan vegetasi. Citra Landsat 8 OLI merupakan citra yang gratis untuk diunduh sehingga biaya yang digunakan untuk melakukan estimasi lebih murah daripada melakukan survei. Citra Landsat 8 OLI ini memiliki saluran tampak dan saluran inframerah dekat hingga inframerah thermal sehingga dapat dilakukan komposit warna untuk menonjolkan objek-objek tertentu untuk mempermudah proses identifikasi. Selain itu untuk memperoleh kerapatan vegetasi dengan menggunakan transformasi indeks vegetasi yang menggunakan saluran yang peka terhadap vegetasi, baik itu yang memiliki pantulan tinggi maupun memiliki pantulan rendah. Indeks vegetasi yang diperoleh dengan beberapa perekaman dapat menghasilkan suatu pola kerapatan, yang mana pola tersebut dapat digunakan untuk mengetahui umur tanam suatu tanaman pertanian.

Penggunaan metode penginderaan jauh untuk melakukan estimasi produksi padi di Kabupaten

Ponorogo belum pernah dilakukan. Padahal penggunaan penginderaan jauh ini membantu perolehan data produksi secara spasial. Estimasi produksi padi dengan menggunakan penginderaan jauh akan mempercepat perolehan data produksi padi di Kabupaten Ponorogo. Metode penginderaan jauh diharapkan dapat membantu perolehan data yang dibutuhkan oleh dinas pertanian Kabupaten Ponorogo secara lebih cepat dan akurat. Selain itu dapat mengurangi biaya perolehan data karena perolehan data seluruh Kabupaten Ponorogo dapat langsung diperoleh dengan metode penginderaan jauh. Hasil penelitian dengan hasil yang akurat sangat diperlukan agar hasil yang diperoleh tersebut dapat dipercaya. Dengan menggunakan data penginderaan jauh, hasil pertanian dapat diketahui sebelum masa panen.

Berdasarkan uraian permasalahan – permasalahan dalam penelitian ini dapat dibuat tujuan :

1. Mengetahui kemampuan citra Landsat 8 untuk mengidentifikasi dan menghitung luas tanaman padi di Kabupaten Ponorogo
2. Mengestimasi produksi padi menggunakan citra Landsat 8 berdasarkan pendekatan indeks vegetasi di Kabupaten Ponorogo
3. Mengetahui sebaran spasial produksi padi yang ada di Kabupaten Ponorogo

II. DAERAH PENELITIAN

Daerah Kajian berada di Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur yang berjarak sekitar 200 Km sebelah barat daya ibu kota propinsi, dan sekitar 800 Km sebelah timur ibu kota Negara Indonesia. Kabupaten Ponorogo terletak pada 111°7' hingga 111° 52' Bujur Timur dan 7° 49' hingga 8° 20' Lintang Selatan. Luas wilayah Kabupaten Ponorogo yang mencapai 1.371.78 km² habis terbagi menjadi 21 Kecamatan yang terdiri dari 307 desa/kelurahan.

Data jumlah penduduk Kabupaten Ponorogo yang dihasilkan dari proyeksi BPS yaitu sebesar 865.809 jiwa pada tahun 2014. Kecamatan Ponorogo mempunyai jumlah penduduk terbesar, yaitu 76.383 jiwa, diikuti Kecamatan Babadan 64.947 jiwa dan Kecamatan Ngrayun sebanyak 56.237 jiwa. Sementara kepadatan penduduk Kabupaten Ponorogo pada tahun 2014 mencapai

631 jiwa per km². Kepadatan penduduk tertinggi terdapat di Kecamatan Ponorogo yaitu 3.424 jiwa per km² dan terendah di Kecamatan Pudak yaitu 190 jiwa per km².

III. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penginderaan Jauh

Penginderaan Jauh adalah ilmu, teknik dan seni untuk mendapatkan informasi tentang obyek, wilayah atau gejala dengan cara menganalisis data yang diperoleh dari suatu alat tanpa berhubungan langsung dengan obyek, wilayah atau gejala yang sedang dikaji (Lillesand et al., 2004).

B. Indeks Vegetasi

Danoedoro (2012) mengatakan indeks vegetasi merupakan bentuk transformasi spektral untuk menonjolkan informasi tentang kerapatan vegetasi dengan menggunakan operasi matematis yang melibatkan beberapa saluran citra sekaligus.

1) Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

NDVI merupakan indeks yang menggunakan kombinasi antara teknik penisbahan dengan teknik pengurangan citra. NDVI ini mampu menonjolkan kerapatan vegetasi. NDVI dapat memberikan efek yang sama dengan RVI namun hanya berbeda pada nilai yang dihasilkan yaitu antara -1 sampai +1.

$$NDVI = \frac{(BV_{inframerah\ dekat} - BV_{merah})}{(BV_{inframerah\ dekat} + BV_{merah})}$$

2) Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)

SAVI termasuk dalam indeks vegetasi yang menekan gangguan variasi respon spektral tanah yang berbeda-beda. SAVI ini menggunakan faktor koreksi untuk vegetasi yang besarnya 0 untuk vegetasi yang sangat rapat dan 1 untuk vegetasi yang sangat jarang. Faktor koreksi ini diwakili oleh huruf L pada rumus indeks vegetasi.

$$SAVI = \frac{BV_{inframerah\ dekat} - BV_{merah}}{BV_{inframerah\ dekat} + BV_{merah} + L} \times (1 + L)$$

3) Atmospherically Resistant Vegetation Index (ARVI)

ARVI merupakan indeks vegetasi yang berbasis pada rasio citra. Indeks vegetasi ini dapat meminimalisir pengaruh atmosfer dengan tambahan saluran biru.

$$ARVI = \frac{BV_{inframerah\ dekat} - rb}{BV_{inframerah\ dekat} + rb}$$

$$rb = BV_{merah} - \gamma(BV_{merah} - BV_{biru})$$

dengan gamma bernilai 1,0.

C. Citra Landsat 8 OLI

Landsat mulai beroperasi sejak tahun 1972, Landsat 8 ini diluncurkan pada tahun 2013 dengan ketinggian orbit 705km Sun-Sync inklinasi 98,2°. Landsat 8 OLI ini memiliki resolusi radiometrik 16-bit. Landsat 8 OLI ini memerlukan waktu 16 hari untuk kembali merekam wilayah yang sama dengan cakupan setiap *scene* sebesar 190 kali 180 km (U.S. Geological Survey, 2015).

D. Produksi dan Produktivitas Pertanian

Data produksi diperoleh dari parameter luas area panen dan produktivitas padi per hektar (Mubekti, 2008). Departemen pertanian memperkirakan produksi padi dengan mempertimbangkan parameter luas area tanam/panen, jumlah benih yang disebar petani, perhitungan produktivitas dengan memanfaatkan struktur kelembagaan dibawahnya yaitu Mantri Tani dan Penyuluh Pertanian Lapangan dan informasi luas baku sawah dari BPS (Napitupulu et al., 1998 dalam Wahyunto et al, 2006).

Produktivitas pertanian merupakan pengukuran dari jumlah hasil panen dari komoditas pertanian dengan kebutuhan penanaman padi (Michel Serres Institite, 2012). Produktivitas diperoleh dari penimbangan ubinan berukuran 2,5 m x 2,5 m yang diadopsi dari metoda yang dipakai oleh BPS, kemudian ekstrapolasikan ke satuan ton/ha. Ubinan dilakukan pada sawah yang akan dipanen dalam setiap segmen (Mubekti, 2008).

E. Uji Akurasi

Analisis Kappa merupakan tehnik untuk menguji akurasi secara statistik dalam menentukan jika salah satu *error matrix* berberda signifikan dari lainnya (Bishop et al 1975 dalam Congalton, 2009). Nilai Kappa yang diukur merupakan nilai akurasi yang dapat diterima. Kisaran nilai akurasi yang lebih dari 80% merupakan akurasi yang sangat kuat untuk diterima, nilai 40% sampai 80% merupakan akurasi sedang, nilai kurang dari 40% merupakan akurasi yang rendah (Landis dan Koch 1977 dalam Congalton, 2009).

IV. METODE PENELITIAN

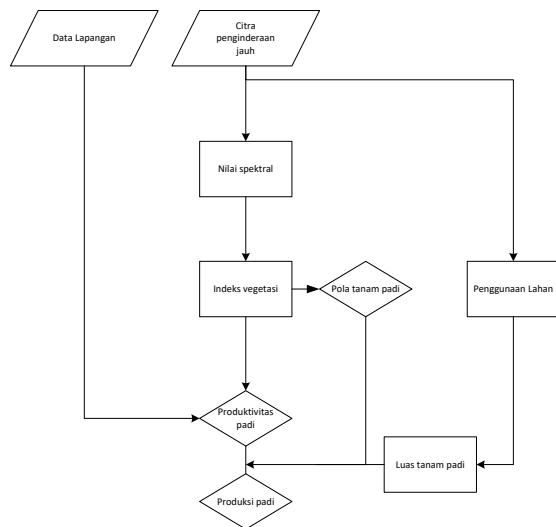
A. Alat dan Bahan

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra Landsat 8 OLI path/row 119/065 dan 119/066 dengan perekaman tahun 2015 dan tahun 2016. Citra Landsat perekaman tahun 2016 bulan februari digunakan untuk pembuatan model produktivitas padi. Data perekaman tahun 2015 digunakan untuk mengetahui pola tanam di kabupaten Ponorogo. Peta RBI dan peta administrasi kabupaten Ponorogo sebagai data tambahan untuk menegetahui produksi padi Kabupaten Ponorogo.

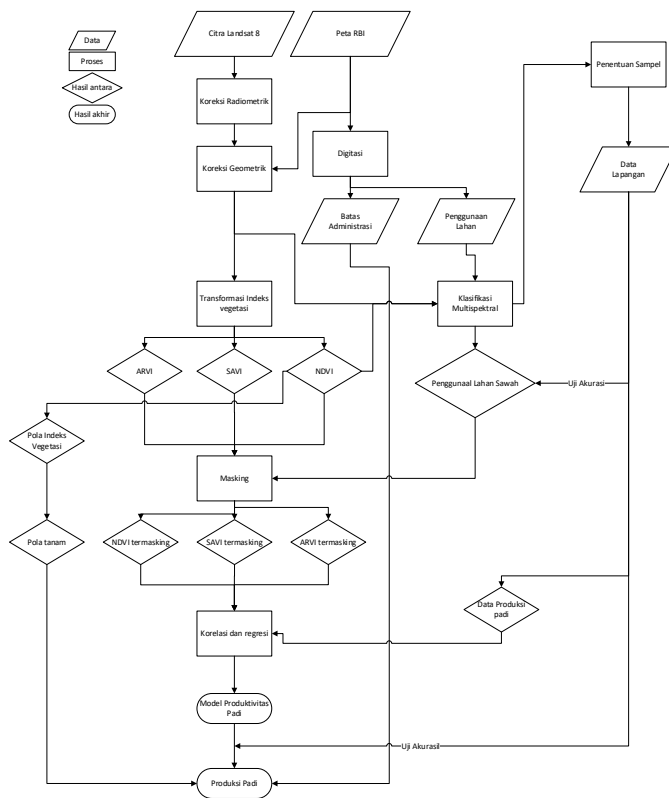
Alaat yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat komputer yang telah berisi software pendukung penelitian ini. Spss 17.0 digunakan untuk melakukan pengolahan data produktivitas padi. Microsoft Office 2013 untuk penyusunan skripsi serta pengolahan data yang berupa angka. ArcGIS 10.2.2 untuk pembuatan peta serta layouting. ENVI 5.2 untuk melakukan koreksi citra, pengolahan citra, serta digunakan dalam pembuatan estimasi produksi padi. GPS Garmin Oregon untuk menentukan dan mengetahui posisi saat melakukan survei lapangan. Smartphone digunakan untuk dokumentasi saat lapangan dan juga untuk navigasi untuk menuju lokasi titik sampel.

B. Metode

Metode yang digunakan untuk penelitian ini yaitu berupa pemrosesan citra Landsat 8 dengan kombinasi data lapangan.



Gambar 1. Diagram alir kerangka pemikiran



Gambar 2. Diagram Alir Metode

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Klasifikasi Penggunaan Lahan

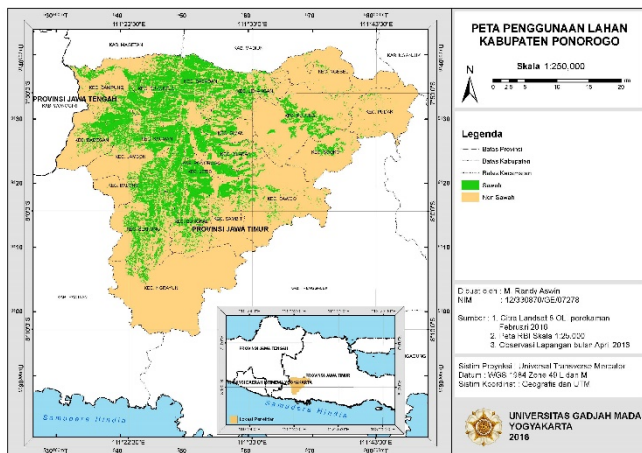
Klasifikasi multispektral yang dilakukan masih memiliki hasil yang kurang tepat sehingga dilakukan perbaikan klasifikasi dengan cara

interpretasi visual. Perbaikan dilakukan pada bagian yang telah diketahui penggunaan lahannya tetapi pada hasil klasifikasi memiliki penggunaan lahan yang berbeda. perbaikan yang dilakukan hanya sedikit karena tidak semua dapat dengan mudah diidentifikasi secara visual. Perbaikan secara visual ini masih mempertahankan batas penggunaan lahan yang berupa batas piksel.

Hasil klasifikasi ini dapat digunakan untuk membatasi wilayah kajian berupa sawah yang akan diolah dengan cara masking citra. Hasil klasifikasi ini juga untuk mengetahui luas dari area sawah yang ada di Kabupaten Ponorogo. Luas sawah yang ada di Kabupaten Ponorogo berdasarkan klasifikasi ini yaitu sebesar 24390.84 ha. Hasil klasifikasi penggunaan lahan yang berupa sawah dan non sawah dapat diketahui pada Gambar 3. Hasil klasifikasi penggunaan lahan yang berupa sawah menghasilkan luasan sawah untuk setiap kecamatan yang dapat dilihat pada tabel I.

TABEL I: LUAS SAWAH SETIAP KECAMATAN

NO	KECAMATAN	LUAS SAWAH (ha)
1	BABADAN	2153.2
2	BADEGAN	1081.1
3	BALONG	1776.0
4	BUNGKAL	1466.6
5	JAMBON	961.7
6	JENANGAN	1495.8
7	JETIS	1339.2
8	KAUMAN	1729.1
9	MLARAK	872.6
10	NGEBEL	33.1
11	NGRAYUN	125.5
12	PONOROGO	562.9
13	PUDAK	31.2
14	PULUNG	1116.7
15	SAMBIT	848.6
16	SAMPUNG	1628.1
17	SAWOO	600.3
18	SIMAN	1323.6
19	SLAHUNG	1994.9
20	SOOKO	289.8
21	SUKOREJO	2960.7
JUMLAH		24390.84



Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan

B. Korelasi

Korelasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pada indeks vegetasi dengan produktivitas padi. Nilai korelasi antara produktivitas padi dan indeks vegetasi untuk keseluruhan sampel pembangun model dapat dilihat pada tabel II dengan korelasi yang rendah pada setiap indeks vegetasi terhadap produktivitas padi. korelasi yang rendah tersebut dapat mempengaruhi kurang akuranya regresi.

Sebaran nilai produktivitas pada titik sampel terlihat mengelompok seperti pada Gambar 4, dengan demikian berdasarkan kelompok nilai produktivitas tersebut dilakukan pemecahan titik sampel untuk dilakukan korelasi secara terpisah. Batas pengelompokan berdasarkan pada waktu tanam padi dan dengan batas yang berupa objek sungai. Waktu tanam padi pada keempat bagian tersebut berdeda, dapat diketahui pada saat lapangan, di mana pada bagian paling selatan sudah ditanami padi pada saat dilakukan survei lapangan, sedangkan bagian paling utara pada saat dilakukan survei lapangan masih pada tahap panen, bahkan ada juga yang masih belum panen. Pembagian area dengan berdasarkan kelompok nilai ini untuk memperoleh korelasi yang lebih tinggi.

TABEL II: NILAI KORELASI INDEKS VEGETASI DAN PRODUKTIVITAS 41 SAMPEL

	<i>produktivitas</i>	<i>ARVI</i>	<i>SAVI</i>	<i>NDVI</i>
produktivitas	1			
ARVI	0.283	1		
SAVI	0.321	0.983	1	
NDVI	0.178	0.822	0.837	1

TABEL III: NILAI KORELASI INDEKS VEGETASI DAN PRODUKTIVITAS BAGIAN PERTAMA

	<i>NDVI</i>	<i>ARVI</i>	<i>SAVI</i>	<i>produktivitas</i>
NDVI	1			
ARVI	0.968	1		
SAVI	0.907	0.865	1	
produktivitas	0.891	0.835	0.745	1

Tabel III menunjukkan korelasi untuk bagian pertama dengan tingkat hubungan yang paling tinggi terhadap produktivitas padi yaitu pada indeks vegetasi NDVI. Indeks vegetasi SAVI memiliki korelasi yang paling rendah terhadap produktivitas padi di bagian korelasi pertama ini. Korelasi antara produktivitas padi dengan setiap indeks vegetasi pada bagian pertama ini sangat bagus.

TABEL IV. NILAI KORELASI INDEKS VEGETASI DAN PRODUKTIVITAS BAGIAN KEDUA

	<i>NDVI</i>	<i>ARVI</i>	<i>SAVI</i>	<i>produktivitas</i>
NDVI	1			
ARVI	0.885	1		
SAVI	0.768	0.712	1	
produktivitas	0.865	0.852	0.807	1

TabelIV menunjukkan korelasi untuk bagian pertama dengan tingkat hubungan yang paling tinggi terhadap produktivitas padi yaitu pada indeks vegetasi NDVI. Indeks vegetasi SAVI memiliki korelasi yang paling rendah terhadap produktivitas padi di bagian korelasi pertama ini. Korelasi antara produktivitas padi dengan setiap indeks vegetasi pada bagian pertama ini sangat bagus.

TABEL V. NILAI KORELASI INDEKS VEGETASI DAN PRODUKTIVITAS BAGIAN KETIGA

	<i>produktivitas</i>	<i>ARVI</i>	<i>NDVI</i>	<i>SAVI</i>
produktivitas	1			
ARVI	0.2	1		
NDVI	0.36	0.94	1	
SAVI	0.25	0.69	0.86	1

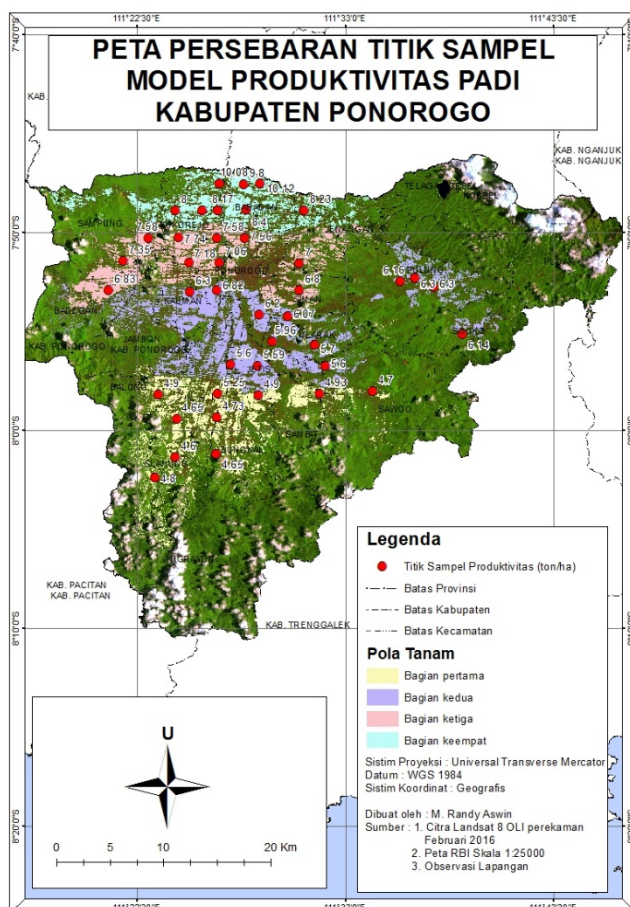
TabelV menunjukkan korelasi untuk bagian pertama dengan tingkat hubungan yang paling tinggi terhadap produktivitas padi yaitu pada indeks vegetasi NDVI. Indeks vegetasi SAVI

memiliki korelasi yang paling rendah terhadap produktivitas padi di bagian korelasi pertama ini. Indeks vegetasi SAVI memiliki korelasi yang sangat rendah terhadap produktivitas karena nilai produktivitas yang ada pada bagian ketiga ini hampir sama semua dan nilai SAVI berbeda-beda.

TABEL VI. NILAI KORELASI INDEKS VEGETASI DAN PRODUKTIVITAS BAGIAN KEEMPAT

	NDVI	ARVI	SAVI	produktivitas
NDVI	1			
ARVI	0.98	1		
SAVI	0.93	0.89	1	
produktivitas	0.88	0.92	0.75	1

Tabel VI menunjukkan korelasi untuk bagian pertama dengan tingkat hubungan yang paling tinggi terhadap produktivitas padi yaitu pada indeks vegetasi ARVI. Indeks vegetasi SAVI memiliki korelasi yang paling rendah terhadap produktivitas padi di bagian korelasi pertama ini. Bagian keempat ini indeks vegetasi NDVI dan ARVI memiliki hubungan yang tinggi.

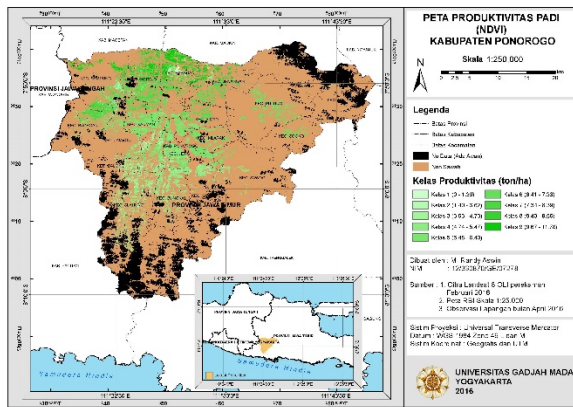


Gambar 4. sebaran titik sampel beserta nilai produktivitasnya

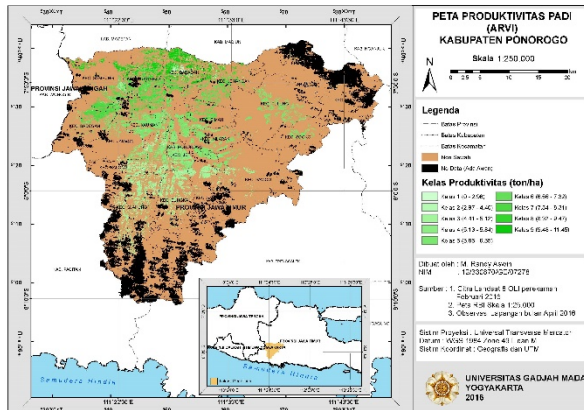
C. Produktivitas Padi

Data produksi padi dan luas sawah yang diperoleh dari petani tadi dilakukan konversi menjadi produktivitas setiap titik sampel. Produktivitas ini memiliki satuan ton/ha. Sampel produktivitas padi yang diperoleh dari lapangan dibagi menjadi 2 bagian yaitu sampel produktivitas untuk membangun model dan sampel produktivitas untuk melakukan uji model. Produktivitas untuk piksel lain selain titik sampel diperoleh dengan cara melakukan regresi. Berdasarkan nilai piksel yang berupa indeks vegetasi dilakukan konversi menjadi nilai produktivitas padi dengan menggunakan formula yang diperoleh dari regresi antara nilai indeks vegetasi dan produktivitas padi pada titik sampel model. Produktivitas padi ini merupakan produktivitas setiap piksel yang ada pada area kajian. Proses konversi dari nilai indeks vegetasi menjadi produktivitas padi hanya pada area yang merupakan penggunaan lahan sawah, proses ini dengan cara melakukan masking pada indeks vegetasi yang akan dilakukan konversi.

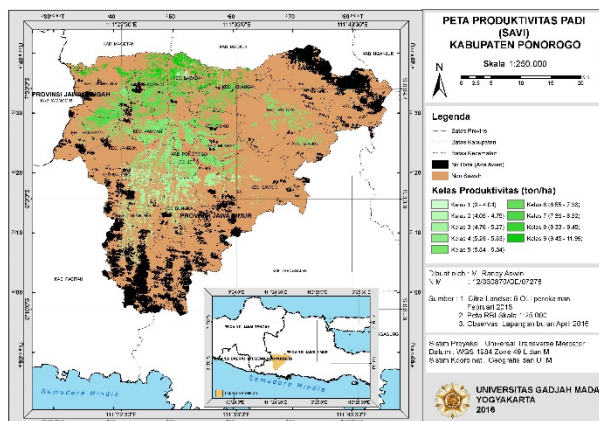
Model produktivitas padi dengan menggunakan indeks vegetasi ARVI yang diketahui dari gambar 6 terlihat produktivitas yang paling tinggi berada pada bagian utara. Model produktivitas padi dengan menggunakan indeks vegetasi SAVI dan juga NDVI pada gambar 7 dan gambar 5 juga menunjukkan bahwa nilai produktivitas padi yang paling tinggi juga ada di Ponorogo bagian utara. Produktivitas padi yang paling rendah berada di Ponorogo bagian selatan. Produktivitas padi di kabupaten Ponorogo tidak begitu terpengaruh oleh jenis padi karena jenis padi di kabupaten Ponorogo didominasi oleh jenis padi yang sama yaitu jenis Ciherang. Hal ini karena jenis padi yang ada di kabupaten Ponorogo tidak mengelompok, tetapi menyebar secara merata, di mana tingkat besaran produktivitas padi tersebut bukan karena jenis padi yang ada di kabupaten Ponorogo.



Gambar 5. Peta Produktivitas Padi (NDVI)



Gambar 6. Peta Produktivitas Padi (ARVI)



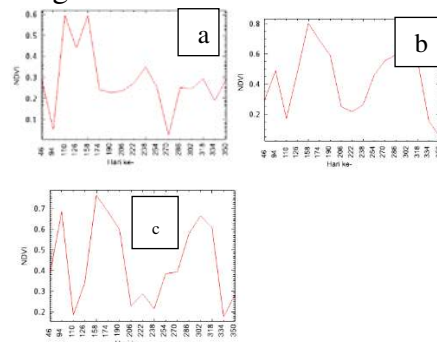
Gambar 7. Peta Produktivitas Padi (SAVI)

D. Pola Tanam Padi

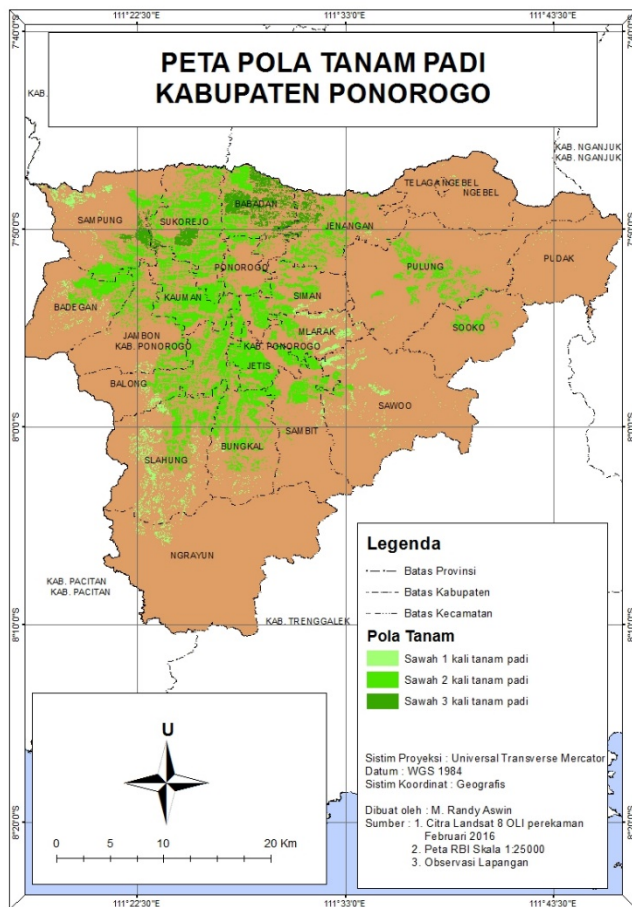
Pola tanam padi digunakan sebagai acuan untuk mengetahui jumlah penanaman padi dalam satu tahun. Pola tanam padi ini diperoleh dengan melihat pola indeks vegetasi dalam rentang satu tahun. Penggunaan indeks vegetasi untuk menentukan pola tanam karena indeks vegetasi dapat membedakan pantulan spektral setiap fase tumbuh padi. Pola indeks vegetasi dalam satu

tahun untuk satu kali masa tanam memiliki satu puncak grafik nilai tertinggi seperti pada gambar 8a. Pola indeks vegetasi dalam satu tahun untuk untuk dua kali masa tanam memiliki dua puncak grafik nilai indeks vegetasi seperti pada gambar 8b. Pola indeks vegetasi dalam satu tahun untuk untuk tiga kali masa tanam memiliki dua puncak grafik nilai indeks vegetasi seperti pada gambar 9b. Bentuk grafik nilai indeks vegetasi tidak mulus karena keadaan perekaman citra ada beberapa perekaman yang sedikit tertutup awan dan ada yang bersih.

Hasil pengkelasan ini akan menggambarkan area-area dengan jumlah masa tanam 1 kali setahun, 2 kali setahun, dan 3 kali setahun. Hasil pengkelasan dapat diketahui pada Gambar 10. Total produksi untuk setiap pola tanam dapat dilihat pada tabel VII. Area dengan satu kali masa tanam terdapat bagian selatan dan timur yang dekat dengan perbukitan. Penanaman padi di Kabupaten Ponorogo lebih dominan penanaman dengan dua kali masa tanam padi. Area penanaman padi dua kali masa tanam berada pada wilayah yang datar, di mana pada wilayah yang datar keberadaan air tanah tidak terlalu dalam untuk dipompa. Area dengan tiga kali masa tanam hanya sedikit berada pada Ponorogo bagian utara, di mana pada area ini air tanah lebih dangkal karena berada di antara dua gunung.



Gambar 9. a. Pola Indeks vegetasi 1 kali masa tanam dalam setahun, b. Pola Indeks vegetasi 2 kali masa tanam dalam setahun, dan c. Pola Indeks vegetasi 3 kali masa tanam dalam setahun



Gambar 10. Peta sebaran pola tanam

TABEL VII. POLA TANAM BESERTA KELOMPOK KECAMATAN BERDASAR POLA TANAM

Pola Tanam	Luas (ha)	Produksi (ARVI) (ton)	Produksi (NDVI) (ton)	Produksi (SAVI) (ton)
1 kali padi	2812.7	16982.4	17262.2	17436.3
2 kali padi	19164.89	224319.1	223447.4	226840.4
3 kali padi	2420.1	54051.7	53370.2	56734.3

E. Uji Akurasi

Uji akurasi penggunaan lahan dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan hasil klasifikasi sawah dan non sawah untuk mengetahui hasil klasifikasi ini dapat tidaknya digunakan untuk membatasi wilayah kajian yang akan dilakukan pengolahan-pengolahan selanjutnya. Tabel *confusion matrix* merupakan salah satu cara dalam uji akurasi. *Confusion matrik* dapat digunakan untuk menunjukkan perbandingan hasil klasifikasi seperti pada tabel tabel VIII Hasil klasifikasi multispektral dengan

sedikit perbaikan ini memiliki akurasi sebesar 85,8% yang diukur dengan uji *confussion matrix*. Titik sampel yang digunakan untuk uji akurasi penggunaan lahan ini tersebar secara teratur membentuk grid, dimana sebagian titik sampel uji sama dengan titik sampel produktivitas padi. Hasil klasifikasi yang memiliki akurasi sebesar 85,8% merupakan hasil klasifikasi yang bagus.

TABEL VIII. UJI AKURASI *CONFUSION MATRIX*

		Lapangan		
		Sawah	Non Sawah	Jumlah
Klasifikasi	Sawah	75	5	80
	Non Sawah	13	34	47
	Jumlah	88	39	127

$$Akurasi = \frac{A + B}{N} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{75 + 34}{127} \times 100\%$$

$$Akurasi = 85,8 \%$$

Uji akurasi model produktivitas padi dilakukan dengan cara membandingkan selisih antara hasil model dan data lapangan dengan data lapangan yang dianggap benar. Hasil akurasi keseluruhan merupakan rata-rata akurasi dari setiap titik uji. akurasi juga diuji dengan menggunakan regresi *one to one* yaitu dengan menggunakan garis yang membagi regresi untuk mengetahui sebaran nilai model apakah nilai tersebut *underestimate* atau *overestimate*. Proses uji akurasi model ini menggunakan sampel yang berjumlah 30 titik uji. Titik uji yang digunakan tersebut memiliki nilai produktivitas padi yang diperoleh dari lapangan dan dianggap benar sebagai acuan.

Tingkat akurasi yang didapatkan dengan menggunakan indeks vegetasi ARVI yaitu sebesar 93,7%. Tingkat akurasi yang didapatkan dengan menggunakan indeks vegetasi NDVI yaitu sebesar 93,6%. Tingkat akurasi yang didapatkan dengan menggunakan indeks vegetasi SAVI yaitu sebesar 93,5%. Standar error yang dari model produktivitas padi dengan menggunakan indeks vegetasi ARVI yaitu

sebesar 0,48. Standar error yang dari model produktivitas padi dengan menggunakan indeks vegetasi NDVI yaitu sebesar 0,44. Standar error yang dari model produktivitas padi dengan menggunakan indeks vegetasi SAVI yaitu sebesar 0,4. Error yang dimiliki dengan menggunakan ketiga indeks vegetasi ini sangat kecil, di mana selisih antara model dan data lapangan hanya berkisar antara 0,4 sampai 0,5. Dari ketiga penggunaan indeks vegetasi tersebut semuanya memiliki akurasi yang tinggi dan hanya memiliki selisih akurasi yang kecil. Akurasi yang paling baik yaitu menggunakan indeks vegetasi ARVI.

F. Estimasi Produksi Padi

Estimasi produksi padi memerlukan informasi luas area tanam, produktivitas padi. Luas area tanam didasarkan pada luas keseluruhan area tanam dikalikan jumlah masa tanam dalam setahun. Produktivitas padi diperoleh dari model produktivitas padi yang telah dilakukan uji akurasi. Produksi padi yang dihitung merupakan produksi untuk setiap pikselnya berdasarkan model produktivitas setiap piksel. Hasil produksi merupakan produksi satu kali musim tanam. Estimasi produksi dalam satu tahun dihitung dengan cara mengalikan produksi dengan jumlah pola tanamnya. Estimasi produksi yang berupa produksi setiap piksel dijumlahkan menurut daerahnya untuk mengetahui estimasi produksi dalam satu daerah. Estimasi produksi untuk Kabupaten Ponorogo dihitung berdasarkan jumlah keseluruhan nilai piksel daerah kajian, di mana nilai piksel berupa nilai estimasi produksi padi.

Produksi padi memiliki satuan berupa berat. Produksi padi setiap kecamatan dihitung dengan menjumlahkan produksi padi dengan mengelompokkan piksel dengan batas kecamatan. Nilai produksi padi yang dikelompokkan menurut kecamatan dijumlahkan nilainya sehingga diperoleh produksi padi perkecamatan. Produksi padi kabupaten diketahui dengan menjumlahkan produksi setiap kecamatannya.

TABEL IX. ESTIMASI PRODUKSI PADI UNTUK SETIAP KECAMATAN DALAM SATU TAHUN

NO	KECAMATAN	Produksi (ARVI)	Produksi (NDVI)	Produksi (SAVI)
1	BABADAN	44938.14	44958.55	46885.98
2	BADEGAN	13894.68	13718.43	13781.38
3	BALONG	17400.78	16608.01	17758.32
4	BUNGKAL	13417.46	13505.42	13571.47
5	JAMBON	11165.87	10609.23	11023.14
6	JENANGAN	25452.70	26445.87	27107.58
7	JETIS	15245.18	14881.46	15569.84
8	KAUMAN	22067.94	21548.36	21631.65
9	MLARAK	8187.08	8146.68	8072.44
10	NGEBEL	158.41	161.29	171.49
11	NGRAYUN	571.36	574.15	589.45
12	PONOROGO	7557.12	7498.62	7582.99
13	PUDAK	135.79	137.70	144.63
14	PULUNG	13559.03	13917.35	13362.18
15	SAMBIT	8480.57	8490.99	8548.61
16	SAMPUNG	23675.03	23084.10	24150.93
17	SAWOO	4142.97	4166.89	4166.04
18	SIMAN	16550.32	16527.91	16787.19
19	SLAHUNG	14489.07	14578.21	14839.18
20	SOOKO	3530.53	3614.47	3481.72
21	SUKOREJO	48053.39	47851.01	48495.53
Jumlah Produksi		312673.42	311024.69	311024.69

Estimasi produksi padi Kabupaten Ponorogo berbeda-beda dengan menggunakan indeks vegetasi yang berbeda-beda, tetapi perbedaan tersebut hanya kecil. Perbedaan antar indeks vegetasi kurang lebih 1000 ton. Nilai Estimasi produksi padi dapat dilihat pada tabel VIII. Indeks vegetasi ARVI merupakan indeks vegetasi dengan akurasi produktivitas paling tinggi memiliki nilai estimasi produksi padi 295674,3 ton. Indeks vegetasi dengan akurasi produktivitas paling rendah memiliki hasil estimasi produksi padi paling dekat dengan estimasi produksi dengan indeks ARVI, sedangkan indeks vegetasi SAVI dengan akurasi produktivitas terbaik kedua memiliki estimasi produksi padi yang berbeda jauh.

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Citra Landsat 8 OLI mampu digunakan untuk mengidentifikasi penggunaan lahan yang berupa sawah dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan akurasi penggunaan lahan yang tinggi yaitu sebesar 85,8%. Luasan sawah Kabupaten Ponorogo dapat diperoleh dari hasil klasifikasi penggunaan lahan dengan luas sawah yaitu sebesar 24390.84 ha.
2. Citra Landsat 8 OLI dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola tanam padi dengan berdasarkan pola indeks vegetasi selama satu tahun. Pola tanam yang ada di Kabupaten Ponorogo yaitu terdiri dari sawah dengan 1 kali tanam padi, sawah dengan 2 kali tanam padi, dan sawah dengan 3 kali tanam padi.
3. Estimasi produksi padi diperoleh berdasarkan produktivitas padi dan luas tanam padi keseluruhan. Model produktivitas padi dibangun dengan data lapangan produktivitas padi dan indeks vegetasi. Indeks vegetasi yang digunakan untuk melakukan estimasi produksi padi di Kabupaten Ponorogo ada tiga yang memiliki akurasi hampir sama dengan akurasi yang terbaik yaitu indeks vegetasi ARVI dengan akurasi rata-rata model produktivitas padi sebesar 94,1%. Luasan tanam padi di sini diperoleh dari luasan tanam satu kali musim tanam dikalikan dengan pola tanam yang diperoleh dari pola indeks vegetasi dalam satu tahun.
4. Produksi padi Kabupaten Ponorogo yang diperoleh dengan pemrosesan citra Landsat 8 OLI ini terdiri dari tiga macam produksi berdasarkan indeks vegetasi yang digunakan yaitu untuk indeks ARVI sebesar 312673.42 ton, indeks NDVI sebesar 311024.69 ton, dan indeks SAVI sebesar 317721.75 ton. Produksi padi yang paling besar berada di kecamatan Babadan dan yang paling rendah berada di kecamatan Ngebel. Kecamatan-kecamatan yang berada di daerah datar

memiliki produksi yang tinggi dan hampir sama. Penggunaan ketiga indeks vegetasi tersebut tidak memiliki perbedaan produksi padi setiap kecamatan yang signifikan sehingga ketiga indeks vegetasi tersebut dapat digunakan untuk estimasi produksi padi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2014). *Ponorogo Dalam Angka 2014*. Ponorogo: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Ponorogo Dalam Angka 2015*. Ponorogo: Badan Pusat Statistik.
- Congalton, Russell G. and Green, Kass. (2009). *Assessing the accuracy of remotely sensed data : principles and practices 2nd Edition*. Boca Raton : CRC Press Taylor & Francis.
- Danoedoro, P. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W. (2004). *Remote Sensing and Image Interpretation, 5th Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Michel Serres Institute. 2012. *Agricultural productivity, resources, and related terms*. Diakses Tanggal 3 Maret 2016 dari <http://institutmichelserres.ens-lyon.fr/spip.php?article39>
- Mubekti. (2008). Spasial Statistik Untuk Estimasi Dan Peramalan Produksi Pertanian. *J. Tek. Ling.* 9(3). 242-254.
- U.S. Geological Survey. (2015). *Landsat 8 Data Users Handbook Version 1.0*. USA: Departement of the Interior USGS.
- Wahyunto, Widagdo, & Heryanto, B. (2006). Pendugaan Produktivitas Tanaman Padi Sawah Melalui Analisis Citra Satelit. *Informatika Pertanian*, 15, 853-869.